

Antennen-Software unter Linux

Dr. Ralf Schlatterbeck
Open Source Consulting

Email: office@runtux.com
Web: <http://www.runtux.com>
Tel. +43/650/621 40 17



Terminologie, Akronyme, Anmerkungen

- NEC: Numerical Electromagnetics Code 70er und 80er Jahre Fortran
- kommerzielles NEC-4 ist gleiche Codebasis, NEC-5: Neuentwicklung mit Mininec-ähnlichem Kern
- Mininec: Mini Numerical Electromagnetics Code
- ASAP: Antenna Scatterers Analysis Program
- Wir setzen heute hauptsächlich Code auf Basis von NEC ein
- Ausnahme: MMANA-GAL basiert auf Mininec



NEC

- Numerical Electromagnics Code (NEC)
- Open Source, originally in Fortran
- Written in the 1970s
- @ Lawrence Livermore National Laboratory
- Used punch cards (!)
- Rewritten in C by N. Kyriazis: *nec2c*
- Original documentation [[BP96](#), [BP81a](#), [BP81b](#)]
- First doc is a rewrite from the 1990s which includes the helix
- Full doc (without helix) in [ADA956129.pdf](#)



NEC

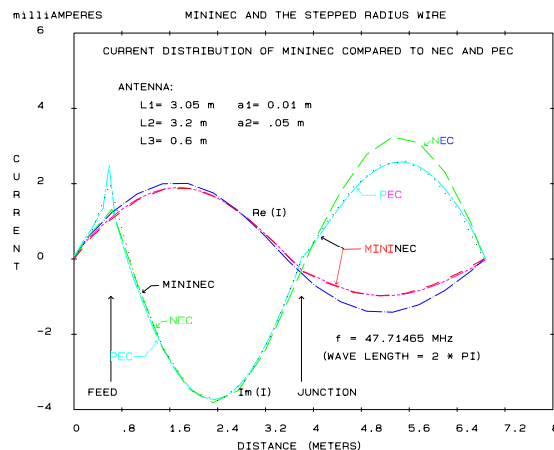
- Input format: Line-oriented format
- One line represents one punch card
- Lines consist of a two-letter mnemonic + numbers or text
- for each mnemonic the format is defined
- Format can be read by *nec2c* (outputs a text format)
- ... or by *xnec2c* with a graphical user interface
- Text-format by *nec2c* can be displayed by *xnecview*
- C++ version *Nec2++* (not yet in debian) with bindings for Python and Ruby (not yet tried)



- Implementiert in Basic
- Report zur ersten Version 1982, lief auf Univac 1100/82, DEC VAX 11/780 [JLR82], erste Version hat leider noch keine Version im File
- Version 2: Apple II (Buch mit Diskette) 1984
- Version 3 Report 1986, erste IBM-PCs mit Basic ROM [LR86]
- Hat mit NEC nichts zu tun, andere Code-Basis
- Andere Method of Moments Formel (Galerkin) als NEC
- Kompakter code



- Korrekt für „stepped Diameter“ Antennen [Ceb04]
- Für HF Yagi-Uda Antennen muss ein Element am Boom dicker sein als aussen (Mechanik!)
- EZNEC verwendet „Leeson Correction“ [Lee92]
- Leeson wohnte auf einem Berg mit viel Wind
- Leeson hat Formel für äquivalentes Element mit gleichbleibendem Durchmesser hergeleitet
- ... und diese mit Mininec verifiziert
- Leeson-Correction nur bei Mittelsymmetrie ohne Impedanzen (Traps), z.B. nicht für Verticals



Stepped Diameter NEC, Mininec, PEC [LR86]



- Bessere als NEC bei Drähten mit kleinem Abstand, unterschiedlicher Durchmesser [Ceb04]
- Rechtwinklige Verbindung von dicken und dünnen Drähten (Beispiel Faltdipol) erzeugen Phantasie-Gewinne mit NEC [Ceb04]
- funktioniert gut mit Mininec
- Probleme bestehen teilweise auch noch bei kommerzieller NEC-4 Variante
- Liegt an NEC's Modellierung mit Sinus/Cosinus/Konstant Anteil



Nachteil Mininec Bodenmodell

- Ground (Boden) Modell ist sehr simpel
 - ... aber besser als NEC's simples Ground-Modell
 - Ground nur für Fernfeld
 - Antennen-Impedanz mit Ground wird mit idealem Ground berechnet
 - ... daher Einfluss Ground auf Impedanz nicht erfasst
- Sommerfeld-Norton Ground Model
- Eine erste Implementierung in Python: sompy



Nachteil Mininec Resonanz

- Resonanz für Lineare Antennen (Dipol, Yagi-Uda) niedriger als simuliert (es muss gekürzt werden)
- Effekt wird mit mehr Elementen kleiner
- Length-tapering (kürzere Elemente am Ende) verkleinert den Effekt

→ Grafik

Lewallen zitiert einen Ham: "My personal favorite is the 45 dB gain I get [with a dipole] at 0.110 feet [high, over a poor ground]. Boy, am I gonna be a big shot on 75 meters now" [Lew91]



Features Mininec / pymininec

- Mehrere Feedpoints mit mehreren Spannungen / Phasen
- Simples Ground-Model
- Radials
- Lineare / Kreisförmige Höhen von Ground
- Fernfeld, kugelförmig (Phi / Theta)
- Nahfeld mit gegebener 3D-Matrix der Messpunkte
- Programm ist Kommandozeilen-orientiert
- Original-Mininec hat alle Parameter mit Prompts abgefragt



Erweiterungen pymininec

- Impedanz von nicht-idealen Drähten (Al, Cu, ..)
- Neue Geometrie-Elemente (nicht nur gerade Drähte)
 - Arc (Kreisbogen)
 - Helix
- Geometrie-Transformationen
 - Vergrößern / Verkleinern (z.B. Zoll statt Meter)
 - Verschieben
 - Drehen



Erweiterungen pymininec

- Mininec hat schon eine Laplace-Load Implementierung
 - Lumped Loads (punktuelle Impedanzen??) mit Laplace Modell
 - RLC Loads
 - Traps
 - Isolierte Drähte → Grafik Blog [Sch24] [Wu61]
 - Roy hatte mir ein Paper empfohlen [Ric74], die Implementierung war bei mir numerisch instabil
- EZNEC ist numerisch instabil bei Modellierung von Isolation [Sch24]



Plotten mit plot-antenna

- Ursprünglich zusammen mit pymininec entwickelt
- Inzwischen eigenes Projekt
- Daten von nec2c, NEC (Fortran), Mininec, pymininec, ASAP
- Backends für matplotlib und plotly
- Gedruckte Doku vs. Web
- Antennen-Pattern
- ARRL-Scaling, Linear, Linear Voltage, linear dB
- 3D oder 2D (Azimuth, Elevation) Elevationswinkel!
- SWR, Impedanz (real/imag oder Betrag/Winkel)
- Antennen-Geometrie



Software

- <https://pypi.org/project/pymininec>
- `pip install pymininec`
- <https://pypi.org/project/plot-antenna>
- `pip install plot-antenna`
- <https://github.com/schlatterbeck/sompy>
- Statt `pip` eventuell `python -m pip`



Contents

Terminologie, Akronyme, Anmerkungen	2
NEC	3
Mininec	5
Vorteile Mininec: Stepped Diameter	6
Stepped Diameter	7
Vorteile Mininec	8
Nachteil Mininec Bodenmodell	9
Nachteil Mininec Resonanz	10
Features Mininec / pymininec	11
Erweiterungen pymininec	12



Contents

Plotten mit plot-antenna	14
Software	15
Bibliography	18



Bibliography

- [BP81a] G. J. Burke and A. J. Poggio. Numerical electromagnetics code (NEC) – method of moments, part I: Program description – theory. Manual, January 1981.
- [BP81b] G. J. Burke and A. J. Poggio. Numerical electromagnetics code (NEC) – method of moments, part II: Program description – code. Manual, January 1981.



Bibliography

- [BP96] G. J. Burke and A. J. Poggio. NEC-2 manual, part III: User's guide. Manual, September 1996. This is an unofficial updated version documenting the GH card (Helix), the original is from January 1981.
- [Ceb04] L. B. Cebik. When MININEC is superior to NEC. In *Antenna Modeling Notes*, volume 3, chapter 56, pages 92–106. antennex Online Magazine, 2004.
- [JLR82] Alfredo J. Julian, James C. Logan, and



Bibliography

- John W. Rockway. Mininec: A mini-numerical electromagnetics code. Technical Report NOSC TD 516, Naval Ocean Systems Center (NOSC), San Diego, California, September 1982.
- [Lee92] David B. Leeson. *Physical Design of Yagi Antennas*. American Radio Relay League (ARRL), 1992.
- [Lew91] Roy Lewallen. Mininec: The other edge of the sword. *QST*, pages 18–22, February



1991.

- [LR86] J. C. Logan and J. W. Rockway. The new MI-NINEC (version 3): A mini-numerical electromagnetic code. Technical Report NOSC TD 938, Naval Ocean Systems Center (NOSC), San Diego, California, September 1986. A [transcribed version](#) is available on github (better readability).
- [Ric74] J. H. Richmond. Radiation and scattering by thin-wire structures in the complex frequency



domain. Contractor Report CR-2396, NASA, Columbia, Ohio, May 1974.

- [Sch24] Ralf Schlatterbeck. Modellieren einer Draht-antenne mit Isolation. Blog post, [Open Source Consulting](#), September 2024.
- [Wu61] Tai Tsun Wu. Theory of the dipole antenna and the two-wire transmission line. *Journal of Mathematical Physics*, 2(4):550–574, July 1961.